



①⑨ **BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT**

①⑫ **Offenlegungsschrift**
①⑩ **DE 197 33 382 A 1**

⑤① Int. Cl.⁶:
H 03 K 7/08
H 03 F 3/217

②① Aktenzeichen: 197 33 382.6
②② Anmeldetag: 1. 8. 97
④③ Offenlegungstag: 4. 2. 99

DE 197 33 382 A 1

⑦① **Anmelder:**

GKR Gesellschaft für Fahrzeugklimaregelung mbH,
71701 Schwieberdingen, DE

⑦② **Erfinder:**

Eisenhardt, Harald, 71277 Rutesheim, DE; Falliano,
Rolf, 73635 Rudersberg, DE

⑤⑥ **Entgegenhaltungen:**

DE 1 96 05 655 A1
DE 31 05 253 A1
GB 22 79 193 A
US 54 57 435

DUNGAN, F.R.: OpAmps and Linear Integrated
Circuits for Technicians Delmar Publishers
Inc., 1992, S. 166,167;

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ **Schaltung zum Erzeugen von geregelten pulswertenmodulierten (PWM) Ansteuerungssignalen für eine getaktete Leistungsstufe**

⑤⑦ Die Erfindung betrifft eine Schaltung zum Erzeugen von geregelten pulswertenmodulierten Ansteuerungssignalen für eine getaktete Leistungsstufe. Durch die Einbeziehung einer Regelschaltung mit einer Regelspannung und Anpassung dieser an den Variationsbereich des Ausgangssignals eines Spannungsgenerators wird erreicht, daß der PWM-Betrieb ohne zusätzlichen Aufwand in den Dauerausschalt- und Dauereinschaltbetrieb übergehen kann.

DE 197 33 382 A 1

Beschreibung

Stand der Technik

Die Erfindung betrifft eine Schaltung zum Erzeugen von geregelten pulswidenmodulierten Ansteuerungssignalen für eine getaktete Leistungsendstufe.

Derartige getaktete Leistungsendstufen werden z. B. zur Ansteuerung von Elektromotoren verwendet. Es sind getaktete Leistungsendstufen bekannt, die einen Mikrocomputer mit Highspeed-PWM-Ausgang verwenden. Die PWM-Ansteuersignale können auch mittels hochgenauer und aufwendiger elektronischer Schaltungen erzeugt werden. In jedem Fall ist ein erheblicher Aufwand zum Erzeugen der Ansteuersignale erforderlich und es sind beachtliche Anforderungen an die Spannungspegel und die Flankensteilheit der Ansteuersignale gestellt. Außerdem gehen Toleranzen der Betriebsparameter und der Schaltungselemente sowie Umwelteinflüsse in das erzeugte PWM-Ansteuersignal ein.

Vorteile der Erfindung

Es ist Aufgabe der Erfindung, eine Schaltung der eingangs erwähnten Art zu schaffen, die mit minimalem Aufwand auskommt, ohne zusätzlichen Aufwand vom getakteten Betrieb in den Dauereinschalt- und Dauerausschaltbetrieb gehen kann und kleinere Anforderungen an die Betriebsparameter, Umwelteinflüsse und dgl. stellt.

Diese Aufgabe wird nach der Erfindung dadurch gelöst, daß das Ansteuersignal für die Leistungsendstufe am Ausgang eines Komparators oder schnellen Operationsverstärkers abgegriffen ist, dessen einem Eingang das Ausgangssignal eines Spannungsgenerators zugeführt ist, welches sich periodisch zwischen einem unteren und einem oberen Spannungswert verändert, daß dem anderen Eingang des Komparators oder Operationsverstärkers eine Regelspannung zugeführt ist, deren Größe von einem vorgegebenen externen Sollwert und einem Istwert der Schaltung abhängt und daß bei einer Regelspannung im Variationsbereich der Ausgangsspannung des Spannungsgenerators die Schaltung PWM-Taktbetrieb und beim Über- oder Unterschreiten des Variationsbereiches im Dauereinschalt- oder Dauerausschaltbetrieb betrieben ist.

Bei dieser Schaltungsauslegung kann die Leistungsendstufe beim Überschreiten des oberen Spannungswertes bzw. beim Unterschreiten des unteren Spannungswertes des Ausgangssignals des Spannungsgenerators ohne zusätzlichen Schaltungsaufwand dauerhaft ein- bzw. ausgeschaltet oder aus- bzw. eingeschaltet werden. Dies hängt alleine von der Anschaltung der Ausgangsspannung des Spannungsgenerators und der Regelspannung an die Eingänge des Komparators ab. Durch die vorgeschaltete Regelspannung sind die Anforderungen an die Spannungspegel, die Flankensteilheit usw. der Ausgangssignale des Spannungsgenerators minimal. Alle möglichen Toleranzen werden ausgeregelt, so daß die Leistungsendstufe eindeutig angesteuert und stets vollständig durchgeschaltet wird, sobald ein Ansteuersignal ansteht.

Der Spannungsgenerator erzeugt nach einer bevorzugten Ausgestaltung ein sägezahnförmiges Ausgangssignal.

Die Ansteuerung des Komparators oder Operationsverstärkers kann nach weiteren Ausgestaltungen so vorgenommen werden, daß bei einem Ausgangssignal des Spannungsgenerators größer als die Regelspannung das Ansteuersignal die Leistungsendstufe voll durchschaltet oder daß bei einem Ausgangssignal des Spannungsgenerators kleiner als die Regelspannung das Ansteuersignal die Leistungsendstufe voll durchschaltet. Dies wird allein durch die Belegung der

Eingänge des Komparators oder Operationsverstärkers erreicht.

Für die Regelung ist vorgesehen, daß der Sollwert und der Istwert einer Reglerschaltung zugeführt sind, deren abgegebene Regelspannung im Spannungswert von der Größe der Abweichung des Istwertes vom Sollwert abhängt. Der Regelbereich wird dabei an den Variationsbereich des Ausgangssignals des Spannungsgenerators angepaßt und ist größer als der Variationsbereich des Ausgangssignals des Spannungsgenerators, damit der Übergang in den Dauereinschalt- und Dauerausschaltbetrieb gewährleistet ist.

Die Reglerschaltung kann als U-Regler, J-Regler oder P-Regler ausgebildet sein, dem die Ausgangsspannung, der Ausgangsstrom oder beides der Leistungsendstufe zugeführt wird.

Eine gesteuerte einfachere Ansteuerung der Leistungsendstufe läßt sich damit erreichen, daß der Regler-Schaltung als Istwert ein Teil der Versorgungsspannung der Schaltung zugeführt ist.

Ein Spannungsgenerator mit minimalem Aufwand läßt sich dadurch schaffen, daß der Spannungsgenerator einen weiteren Komparator der schnellen Operationsverstärker aufweist, daß der eine Eingang des Komparators mit dem Mittelanschluß eines ersten Spannungsteilers verbunden ist, daß ein Kondensator mit zwei in Reihe geschalteten Widerständen einen zweiten Spannungsteiler bildet, daß dem anderen Eingang des Komparators oder Operationsverstärkers der Spannungsabfall am Kondensator zugeführt ist, daß der Verbindungspunkt zwischen den beiden Widerständen des zweiten Spannungsteilers mit dem Ausgang des weiteren Komparators und über einen Koppelwiderstand mit dem einen Eingang des weiteren Komparators verbunden ist und daß am Kondensator der Spannungsabfall als Ausgangsspannung abgreifbar ist.

Die getaktete Ansteuerung der Leistungsendstufe im geregelten PWM-Betrieb erfolgt im Variationsbereich des Ausgangssignals des Spannungsgenerators, wenn sich die Regelspannung in diesem Bereich verändert.

Für den Dauereinschalt- und Dauerausschaltbetrieb kann jedoch vorgesehen sein, daß bei einer Regelspannung kleiner als der untere Spannungswert des Ausgangssignals des Spannungsgenerators die Ansteuerung der Leistungsendstufe unterbleibt, und daß bei einer Regelspannung größer als der obere Spannungswert des Ausgangssignals des Spannungsgenerators die Leistungsendstufe dauernd voll durchgeschaltet ist, oder daß bei einer Regelspannung größer als der obere Spannungswert des Ausgangssignals des Spannungsgenerators die Ansteuerung der Leistungsendstufe unterbleibt, und daß bei einer Regelspannung kleiner als der untere Spannungswert des Ausgangssignals des Spannungsgenerators die Leistungsendstufe dauernd voll durchgeschaltet ist.

Bei Verbesserung der Ansteuerbedingungen für die Leistungsendstufe, insbesondere, wenn diese aus mehreren parallelgeschalteten Halbleiterelementen besteht, kann zudem vorgesehen sein, daß das Ansteuerungssignal der Leistungsendstufe über eine Treiberschaltung zugeführt ist.

Ein definierter Einschalt- und Ausschaltzustand der Schaltung wird nach der Erfindung dadurch sichergestellt, daß der Masseanschluß des ersten Spannungsteilers mittels eines Schaltgliedes abschaltbar ist.

Die Erfindung wird anhand eines in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert.

Bei dem in der Zeichnung gezeigten Ausführungsbeispiel wird eine Leistungsendstufe LEST über einen Komparator U2B oder einen sehr schnellen Operationsverstärker angesteuert. Die Ansteuerspannung u_{st} wird am Ausgang OUT des Komparators U2B abgegriffen. Am Ausgang

OUT3 der Leistungsendstufe LEST wird ein Istwert IST abgenommen, der einer Regelschaltung RS zugeführt ist. Dieser Istwert IST kann durch die Ausgangsspannung der Leistungsendstufe LEST gebildet sein. Es kann jedoch auch der Ausgangsstrom oder die Ausgangsspannung und der Ausgangsstrom der Leistungsendstufe LEST zur Bildung des Istwertes IST herangezogen werden. Dies richtet sich nach der Ausbildung der Regelschaltung RS als U-Regler, J-Regler oder P-Regler. Am Ausgang OUT4 der Regelschaltung RS tritt eine Regelspannung u_r auf, deren Größe von der Größe der Abweichung des Istwertes IST von einem vorgegebenen externen Sollwert SOLL abhängt.

Im gezeigten Ausführungsbeispiel wird die Regelspannung u_r am Eingang – des Komparators U2B oder schnellen Operationsverstärkers zugeführt. Ein Spannungsgenerator SPG liefert an seinem Ausgang OUT1 ein Ausgangssignal u_{sp} , das sich periodisch zwischen einem unteren und oberen Spannungswert verändert.

Dieses Ausgangssignal u_{sp} wird dem Eingang + des Komparators U2B zugeführt und kann von der Regelspannung u_r auch unter- und überschritten werden. Liegt die Regelspannung u_r im Variationsbereich des Ausgangssignals u_{sp} , dann tritt am Ausgang OUT2 des Komparators ein Ansteuersignal u_{st} in den Zeitabschnitten auf, in denen das Ausgangssignal u_{sp} die Regelspannung u_r übersteigt. Es erfolgt eine PWM-Ansteuerung der Leistungsendstufe LEST, wobei die Impulsweite umso kleiner wird, je mehr sich die Regelspannung u_r dem oberen Spannungswert des Ausgangssignals u_{sp} nähert. Übersteigt die Regelspannung u_r den oberen Spannungswert des Ausgangssignals u_{sp} des Spannungsgenerators SPG, dann geht die Schaltung in den Dauerausschaltbetrieb über. Unterschreitet die Regelspannung u_r den unteren Spannungswert des Spannungsgenerators SPG, dann geht die Schaltung in den Dauereinschaltbetrieb über. Dazu ist kein zusätzlicher Aufwand erforderlich. Es ist lediglich dafür zu sorgen, daß der Bereich der Regelspannung u_r den Variationsbereich des Ausgangssignals u_{sp} des Spannungsgenerators SPG überdeckt und über- und unterschreitet.

Wird die Anschaltung des Ausgangssignals u_{sp} und der Regelspannung u_r am Komparator U2B vertauscht, dann wird die Betriebsweise der Schaltung wie folgt geändert, wobei wieder vorausgesetzt wird, daß die Regelspannung u_r den Variationsbereich des Ausgangssignals u_{sp} überdeckt sowie über- und unterschreiten kann. Liegt die Regelspannung u_r im Variationsbereich des Ausgangssignals u_{sp} , dann tritt am Ausgang OUT2 des Komparators U2B ein Ansteuersignal u_{st} in den Zeitabschnitten auf, in denen das Ausgangssignal u_{sp} die Regelspannung u_r unterschreitet. Es erfolgt eine PWM-Ansteuerung der Leistungsendstufe LEST, wobei die Impulsweite umso kleiner wird je mehr sich die Regelspannung u_r dem unteren Spannungswert des Ausgangssignals u_{sp} des Spannungsgenerators SPG nähert. Unterschreitet die Regelspannung u_r den unteren Spannungswert des Ausgangssignals u_{sp} , dann geht die Schaltung in den Dauerausschaltbetrieb über, da am Ausgang OUT2 des Komparators U2B kein Ansteuersignal u_{st} mehr auftritt. Überschreitet die Regelspannung u_r den oberen Spannungswert des Ausgangssignals u_{sp} des Spannungsgenerators SPG, dann geht die Schaltung in den Dauereinschaltbetrieb über, da am Ausgang OUT2 des Komparators U2B dauernd ein Ansteuersignal u_{st} ansteht.

Im Regelfall ist die Regelschaltung RS so ausgelegt, daß sie am Ausgang OUT4 eine Regelspannung u_r abgibt, wenn der anliegende Istwert IST kleiner ist als der vorgegebene Sollwert SOLL. Die Größe der Regelspannung u_r hängt ab von der Größe der Abweichung des Istwertes IST vom Sollwert SOLL. Die Auslegung kann jedoch auch so gewählt

werden, daß die Regelspannung u_r dann auftritt, wenn der Istwert IST größer ist als der Sollwert SOLL. Die Betriebsweise der Schaltung kann also auch durch Vertauschen der Anschaltungen vom Istwert IST und Sollwert SOLL an der Regelschaltung RS verändert werden.

Der Spannungsgenerator SPG ist vorzugsweise als Sägezahn-generator ausgebildet. Da mit dem Einbeziehen der Regelschaltung RS alle Toleranzen der Betriebsparameter, der Schaltungselemente und auch die Umwelteinflüsse ausgeregelt werden, kann ein Spannungsgenerator SPG eingesetzt werden, an dessen Ausgangssignal u_{sp} im Bezug auf Spannungspegel und Flankensteilheit keine strengen Anforderungen gestellt werden müssen. Der Spannungsgenerator SPG läßt sich daher mit minimalem Aufwand realisieren.

Der verwendete Spannungsgenerator SPG besitzt einen weiteren Komparator U1A oder sehr schnellen Operationsverstärker.

An der Versorgungsspannung U_{Batt} ist ein erster Spannungsteiler aus den in Reihe geschalteten Widerständen R1 und R2 angeschaltet. Der Mittelanschluß des ersten Spannungsteilers ist mit dem einen Eingang + des weiteren Komparators U1A verbunden. Ein zweiter Spannungsteiler besteht aus der Reihenschaltung von zwei Widerständen R4 und R5 sowie eines Kondensators C1. Der Spannungsabfall an dem Kondensator C1 ist dem anderen Eingang – des weiteren Komparators U1A zugeführt und wird als Ausgangsspannung u_{sp} zu dem Eingang + des Komparators U2B weitergeleitet. Der Anschluß zwischen den in Reihe geschalteten Widerständen R4 und R5 führt über einen Koppelwiderstand R3 zum Mittelanschluß des ersten Spannungsteilers und ist mit dem Ausgang des weiteren Komparators U1A verbunden. Mit diesem Schaltungsaufbau wird der Kondensator C1 in einen Lade- und einen Entladestromkreis einbezogen, wobei die Ladezeitkonstante mit $R_{ges} \cdot C1$ und die Entladezeitkonstante mit $R5 \cdot C1$ gegeben sind. Der Quellenninnenwiderstand R_{ges} ist dabei eine Funktion von R1, R2, R3, R4, und R5. Am Ausgang OUT1 des Spannungsgenerators SPG entsteht daher ein sägezahnförmiges Ausgangssignal u_{sp} , dessen Flanken durch die Lade- und Entladezeitkonstante bestimmt werden. Der Schaltungsaufwand für den Spannungsgenerator SPG ist auf ein Minimum reduziert, wie ein Vergleich mit einem Sägezahn-generator nach der DE 31 05 253 A1 zeigt. Dieser bekannte Sägezahn-generator erfordert zwei RC-Glieder. Die Widerstände R1 bis R5 des Spannungsgenerators SPG können zu einem Widerstandnetzwerk zusammengefaßt werden, so daß der Aufwand an Schaltungselementen noch weiter reduziert ist.

Der weitere Komparator U1A oder Operationsverstärker dient in diesem Schaltungsaufbau als Schalter, der den Kondensator C1 periodisch abwechselnd in einen Lade- bzw. Entladestromkreis einbezieht. Sind die Widerstände R1, R2 und R3 gleich groß und kann der wesentlich niederohmigere Widerstand R4 vernachlässigt werden, dann wird je nach Schaltstellung des Komparators U1A der Widerstand R3 dem Widerstand R2 oder R1 parallelgeschaltet. Dies führt dazu, daß am Eingang + des Komparators U1A entweder die Spannung + $2/3 U_{Batt}$ oder + $1/3 U_{Batt}$ anliegt. Diese beiden Spannungswerte bestimmen die Schaltpunkte des Komparators U1A, die Lade- und Entladespannung des Kondensators C1 und damit den unteren und oberen Spannungswert der Ausgangsspannung u_{sp} des Spannungsgenerators SPG. Die Anstiegsflanke der Ausgangsspannung u_{sp} wird durch die Zeitkonstante des Ladestromkreises mit $R_{ges} \cdot C1$ und die Abfallflanke durch die Zeitkonstante des Entladestromkreises mit $R5 \cdot C1$ bestimmt. Dabei ist R_{ges} der Quellenninnenwiderstand eine Funktion $f(R1, R2, R3, R4, R5)$. Werden die Anschaltungen an den Eingängen + und – des weiteren Komparators U1A vertauscht, dann werden auch Lade- und

Entladestromkreis und damit Anstiegs- und Abfallflanken der sägezahnförmigen Ausgangsspannung usw vertauscht.

Ein definierter Einschalt- und Ausschaltzustand der Schaltung läßt sich dadurch sicherstellen, daß der Masseanschluß des ersten Spannungsteilers mittels eines Schaltgliedes abschaltbar ist. Auf diese Weise wird erreicht, daß der Komparator U1A nicht mehr angesteuert wird und keine Ausgangsspannung mehr abgibt, wenn am Spannungsteiler aus den Widerständen R1 und R2 kein Massepotential anliegt.

Patentansprüche

1. Schaltung zum Erzeugen von geregelten pulsweiten modulierten (PWM) Ansteuerungssignalen für eine getaktete Leistungsendstufe, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Ansteuerungssignal (UST) für die Leistungsendstufe (LEST) am Ausgang (OUT2) eines Komparators (U2B) oder schnellem Operationsverstärkers abgegriffen ist, dessen einem Eingang (+ oder -) das Ausgangssignal (USP) eines Spannungsgenerators (SPG) zugeführt ist, welches sich periodisch zwischen einem unteren und einem oberen Spannungswert verändert, daß dem anderen Eingang (+ oder -) des Komparators (U2B) oder Operationsverstärkers eine Regelspannung (uv) zugeführt ist, deren Größe von einem vorgegebenen externen Sollwert (SOLL) und einem Istwert (IST) der Schaltung abhängt, und daß bei einer Regelspannung (ur) im Variationsbereich der Ausgangsspannung (USP) des Spannungsgenerators (SPG) die Schaltung im PWM-Taktbetrieb und beim Über- oder Unterschreiten des Variationsbereiches im Dauereinschalt- oder Dauerausschaltbetrieb betrieben ist.
2. Schaltung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Spannungsgenerator (SPG) ein sägezahnförmiges Ausgangssignal (USP) erzeugt.
3. Schaltung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß bei einem Ausgangssignal (USP) des Spannungsgenerators (SPG) größer als die Regelspannung (ur) das Ansteuerungssignal (UST) die Leistungsendstufe (LEST) voll durchschaltet.
4. Schaltung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß bei einem Ausgangssignal (USP) des Spannungsgenerators (SPG) kleiner als die Regelspannung (ur) das Ansteuersignal (UST) die Leistungsendstufe (LEST) voll durchgeschaltet.
5. Schaltung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Sollwert (SOLL) und der Istwert (IST) einer Regler-Schaltung (RS) zugeführt sind, deren abgegebene Regelspannung (ur) im Spannungswert von der Größe der Abweichung des Istwertes (IST) vom Sollwert (SOLL) abhängt.
6. Schaltung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Regler-Schaltung (RS) als U-Regler ausgebildet ist, dem als Istwert (IST) die Ausgangsspannung der Leistungsendstufe (LEST) zugeführt ist.
7. Schaltung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Regler-Schaltung (RS) als J-Regler ausgebildet ist, dem als Istwert (IST) der Ausgangsstrom der Leistungsendstufe (LEST) zugeführt ist.
8. Schaltung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Regler-Schaltung (RS) als P-Regler ausgebildet ist, dem als Istwert (IST) die Ausgangsspannung und der Ausgangsstrom der Leistungsendstufe (LEST) zugeführt ist.
9. Schaltung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Regler-Schaltung (RS) als Istwert (IST)

ein Teil der Versorgungsspannung (UBatt) der Schaltung zugeführt ist.

10. Schaltung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet,

daß der Spannungsgenerator (SPG) einen weiteren Komparator (U1A) oder schnellen Operationsverstärker aufweist,

daß der eine Eingang (+ oder -) des Komparators (U1A) mit dem Mittelsanschluß eines ersten Spannungsteilers (R1, R2) verbunden ist,

daß ein Kondensator (U) mit zwei in Reihe geschalteten Widerständen (R4, R5) eine zweiten Spannungsteiler (R4, R5, C1) bildet,

daß dem anderen Eingang (- oder +) des Komparators (U1A) oder Operationsverstärkers der Spannungsabfall am Kondensator (U) zugeführt ist, daß der Verbindungspunkt zwischen den beiden Widerständen (R4, R5) des zweiten Spannungsteilers (R4, R5, C1) mit dem Ausgang (OUT1) des weiteren Komparators (U1A) und über einen Koppelwiderstand (R3) mit dem Eingang (+) des weiteren Komparators verbunden ist, und

daß am Kondensator (C1) der Spannungsabfall (U1A) als Ausgangsspannung (USP) abgreifbar ist.

11. Schaltung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet,

daß bei einer Regelspannung (ur) kleiner als der untere Spannungswert des Ausgangssignals (USP) des Spannungsgenerators (SPG) die Ansteuerung der Leistungsendstufe (LEST) unterbleibt, und

daß bei einer Regelspannung (ur) größer als der obere Spannungswert des Ausgangssignals (USP) des Spannungsgenerators (SPG) die Leistungsendstufe (LEST) dauernd voll durchgeschaltet ist.

12. Schaltung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet,

daß bei einer Regelspannung (ur) größer als der obere Spannungswert des Ausgangssignals (USP) des Spannungsgenerators (SPG) die Ansteuerung der Leistungsendstufe (LEST) unterbleibt, und

daß bei einer Regelspannung (ur) kleiner als der untere Spannungswert des Ausgangssignals (USP) des Spannungsgenerators (SPG) die Leistungsendstufe (LEST) dauernd voll durchgeschaltet ist.

13. Schaltung nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß das Ansteuerungssignal (UST) der Leistungsendstufe (LEST) über eine Treiberschaltung zugeführt ist.

14. Schaltung nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere Leistungsendstufen (LEST) parallelgeschaltet sind.

15. Schaltung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Widerstände (R1, R2, R3, R4, R5) des Spannungsgenerators (SPG) zu einem Widerstandsnebenwert zusammengefaßt sind.

16. Schaltung nach einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß der Masseanschluß des ersten Spannungsteilers (R1, R2) mittels eines Schaltgliedes (S) abschaltbar ist.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

